



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 44 986 A1 2004.04.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 44 986.4
(22) Anmeldetag: 26.09.2002
(43) Offenlegungstag: 08.04.2004

(51) Int Cl. 7: H01L 33/00

(71) Anmelder:
OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93049
Regensburg, DE

(74) Vertreter:
Epping Hermann Fischer,
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München

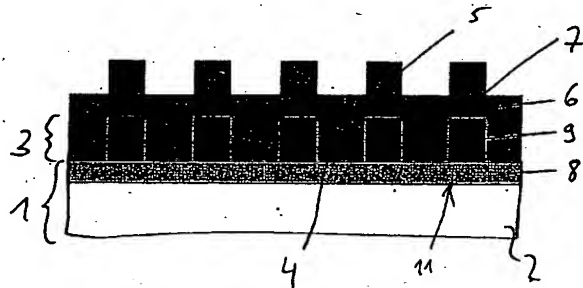
(72) Erfinder:
Hahn, Berthold, Dr., 93155 Hemau, DE; Fehrer,
Michael, Dr., 93077 Bad Abbach, DE; Härle, Volker,
Dr., 93164 Laaber, DE; Bader, Stefan, Dr., 93053
Regensburg, DE; Stein, Wilhelm, Dr., 93093
Donaustauf, DE; Kaiser, Stephan, Dr., 93051
Regensburg, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper (1), der eine aktive Zone (2) aufweist, bei dem zur elektrischen Kontaktierung eine strukturierte Kontaktschicht (3) auf einer Oberfläche des Halbleiterkörpers aufgebracht ist, wobei über die Kontaktschicht (3) verteilte Zwischenräume (4) vorgesehen sind zur Bildung von Freiflächen (5) auf der Oberfläche, die von der Kontaktschicht (3) unbedeckt sind, bei dem die Freiflächen (5) mit einem Spiegel (6) bedeckt sind. Durch die Auftrennung der beiden Funktionen Kontaktierung und Reflexion kann eine besonders hohe Leistungsfähigkeit des Bauelementes erreicht werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper, der eine aktive Zone aufweist. Der Halbleiterkörper ist elektrisch kontaktiert und mit einem Spiegel versehen.

[0002] Bei der Herstellung von Lumineszenzdiodechips auf der Basis von GaN besteht das grundlegende Problem, daß die maximal erzielbare elektrische Leitfähigkeit von p-dotierten Schichten, insbesondere von p-dotierten GaN- oder AlGaIn-Schichten, nicht ausreicht, um mit einer herkömmlichen Vorderseiten-Kontaktmetallisierung, die von Lumineszenzdiodechips anderer Materialsystemen bekannt ist (eine solche überdeckt zwecks möglichst hoher Strahlungsauskopplung nur einen Bruchteil der Vorderseite), eine Stromaufweitung über den gesamten lateralen Querschnitt des Chips zu erzielen.

[0003] Ein Aufwachsen der p-leitenden Schicht auf ein elektrisch leitendes Substrat, wodurch eine Stromeinprägung über den gesamten lateralen Querschnitt der p-leitenden Schicht möglich wäre, führt zu keinem wirtschaftlich vertretbaren Ergebnis. Die Gründe hierfür lassen sich folgendermaßen darstellen. Erstens ist die Herstellung von elektrisch leitenden gitterangepaßten Substraten (z.B. GaN-Substraten) für das Aufwachsen von GaN-basierten Schichten mit hohem technischen Aufwand verbunden; zweitens führt das Aufwachsen von p-dotierten GaN-basierten Schichten auf für undotierte und n-dotierte GaN-Verbindungen geeignete nicht gitterangepaßte Substrate zu keiner für eine Lumineszenzdiode hinreichenden Kristallqualität.

[0004] Bei einem bekannten Ansatz zur Bekämpfung des oben genannten Problems wird auf die vom Substrat abgewandte Seite der p-leitenden Schicht ganzflächig eine für die Strahlung durchlässige Kontaktschicht oder eine zusätzliche elektrisch gut leitfähige Schicht zur Stromaufweitung aufgebracht, die mit einem Bondkontakt versehen ist.

[0005] Der erstgenannte Vorschlag ist jedoch mit dem Nachteil verbunden, daß ein erheblicher Teil der Strahlung in der Kontaktschicht absorbiert wird. Beim zweitgenannten Vorschlag ist ein zusätzlicher Prozeßschritt erforderlich, der den Fertigungsaufwand wesentlich erhöht.

Stand der Technik

[0006] Aus der Druckschrift DE 100 26 254 A1 ist ein Bauelement der eingangs genannten Art bekannt, bei dem auf einem Halbleiterchip eine ganzflächige Kontaktierung in Form einer Silberschicht aufgetragen ist. Diese Silberschicht fungiert dabei neben dem elektrischen Kontakt zum Leuchtdiodechip auch noch als Reflektor für die aus der aktiven Zone des Chips abgestrahlte Strahlung.

[0007] Zwar bildet die Silberschicht bei dem bekannten Bauelement einen ohmschen Kontakt, der

sich verglichen mit einem möglicherweise auch auftretenden Schottky-Kontakt durch einen relativ geringen Widerstand auszeichnet, jedoch ist der Kontaktwiderstand für viele Anwendungen immer noch zu hoch.

[0008] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement anzugeben, bei dem eine Kontaktierung vorgesehen ist, die sowohl einen niedrigen Kontaktwiderstand als auch eine gute Reflektivität für die in dem Bauelement erzeugte Strahlung aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement nach Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des strahlungsemitierenden Halbleiterbauelements sind den weiteren Patentansprüchen zu entnehmen.

[0010] Gemäß der Erfindung wird ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement angegeben, das einen Halbleiterkörper aufweist.

[0011] In dem Halbleiterkörper ist eine aktive Zone enthalten. Die aktive Zone erzeugt bei Bestromung eine elektromagnetische Strahlung. Zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers ist eine strukturierte Kontaktschicht vorgesehen. Die Kontaktschicht ist auf einer Oberfläche des Halbleiterkörpers aufgebracht. Es sind über die Kontaktschicht verteilte Zwischenräume vorgesehen, die zur Bildung von Freiflächen auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers dienen. Die Freiflächen sind von der Kontaktschicht unbedeckt. Einige oder auch alle Freiflächen sind mit einem Spiegel überdeckt.

[0012] Indem die beiden Funktionen elektrischer Kontakt und Spiegel räumlich voneinander getrennt werden, ist es möglich, jede der beiden Funktionen hinsichtlich der Materialauswahl der entsprechenden elektrischen oder optischen Komponente zu optimieren. Dadurch gelingt es, ein Halbleiterbauelement herzustellen, bei dem die elektrische Kontaktierung sowohl hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich ihres Übergangswiderstandes als auch hinsichtlich der optischen Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich der Reflektivität für das in dem Bauelement erzeugte Licht optimiert ist.

[0013] Die Oberfläche des Halbleiterkörpers ist hierbei unterteilt in Bereiche, die von der strukturierten Kontaktschicht bedeckt sind und die entsprechend der elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers dienen. Desweiteren gibt es davon separierte Bereiche, die mit einem Spiegel überdeckt sind und die daher der Reflexion des in dem Halbleiterbauelement erzeugten Lichtes dienen.

[0014] In einer Ausführungsform des Halbleiterbauelements ist der Spiegel so ausgeführt, daß er die Oberfläche des Halbleiterkörpers als geschlossene Spiegelschicht überdeckt. Diese Ausführungsform des Halbleiterbauelements hat zum einen den Vorteil, daß für die Herstellung des Spiegels keine Strukturierungsmaßnahmen erforderlich sind, womit die Herstellung des Spiegels sehr kostengünstig erfolgen kann. Zum anderen wird durch die Ausführung

des Spiegels als geschlossene Spiegelfläche erreicht, daß die durch die strukturierte Kontaktschicht hindurch nach außen transmittierte Strahlung ebenfalls reflektiert werden kann und somit für die optische Ausgangsleistung des strahlungsemitierenden Halbleiterbauelements nicht verloren ist.

[0015] Die geschlossene Spiegelschicht bedeckt dabei sowohl die Bereiche der strukturierten Kontaktschicht als auch die Freiflächen der Oberfläche des Halbleiterkörpers. In einer anderen Ausführungsform des Bauelements werden die Materialien für die Kontaktschicht beziehungsweise den Spiegel so gewählt, daß das Material der Kontaktschicht elektrisch besser an den Halbleiterkörper anbindet als das Material der Spiegelschicht. Dadurch wird erreicht, daß der Bereich der elektrischen Kontaktfläche eindeutig der Funktion elektrische Kontaktierung zugeordnet ist. Es wird damit ferner erreicht, daß eine Doppeloptimierung, wie sie insbesondere bei bekannten Bauelementen erforderlich ist, nicht berücksichtigt werden muß. Das heißt, daß es möglich ist, für die Kontaktschicht ein anderes Material zu wählen, als für die Spiegelschicht. Insbesondere kann als Kontaktschicht ein Material gewählt werden, das hinsichtlich der elektrischen Anbindung an den Halbleiterkörper optimiert ist.

[0016] Umgekehrt ist es darüber hinaus vorteilhaft, die Materialien für die Kontaktschicht und die Spiegelschicht so zu wählen, daß das Material der Spiegelschicht die in dem Bauelement erzeugte Strahlung besser reflektiert als das Material der Kontaktschicht. Dies bedeutet, daß für die Spiegelschicht ein Material ausgewählt werden kann, welches für seine Funktion als Spiegel, also hinsichtlich seiner reflektierenden Eigenschaften an seine optische Funktion und insbesondere an die von dem Bauelement erzeugte Strahlung beziehungsweise deren Wellenlänge angepaßt werden kann.

[0017] Es ist darüber hinaus bei vielen strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen für die elektrische Kontaktierung sowohl eine n-dotierte als auch eine p-dotierte Schicht vorgesehen. Mit Hilfe der so dotierten Schichten werden beispielsweise Lumineszenzdioden oder auch Laserdioden realisiert. Eine Kontaktierung mittels einer an den gegenüberliegenden Seitenflächen des Halbleiterkörpers angeordneten n-dotierten beziehungsweise p-dotierten Schicht kommt insbesondere in Betracht bei Bauelementen, bei denen der Halbleiterkörper auf der Basis eines Nitrid-Verbindungshalbleiters gebildet ist. Beispielsweise kommt es in Betracht, als Nitrid-Verbindungshalbleiter Galliumnitrid zu verwenden. Unter "auf Galliumnitrid basierende Bauelemente" fallen im folgenden insbesondere alle ternären und quaternären auf Galliumnitrid basierenden Mischkristalle, wie zum Beispiel Aluminiumnitrid, Indiumnitrid, Aluminiumgalliumnitrid, Indiumgalliumnitrid, Indiumaluminiumnitrid und Aluminiumindiumgalliumnitrid und auf Galliumnitrid selbst.

[0018] Wegen der schlechten elektrischen Leitfähigkeit

der p-dotierten Schichten in auf Galliumnitrid basierenden Materialsystemen kann die Erfindung besonders vorteilhaft zur Kontaktierung einer solchen p-dotierten Schicht eingesetzt werden.

[0019] Dementsprechend ist eine Ausführungsform des Bauelements vorteilhaft, bei dem die Oberfläche des Halbleiterkörpers durch eine p-dotierte Schicht aus einem Nitrid-Verbindungshalbleiter gebildet wird und bei dem das Material der Kontaktschicht einen ohmschen Kontakt zur Oberfläche des Halbleiterkörpers ausbildet. Aufgrund der schlechten Leitfähigkeit der p-dotierten Schicht besteht nämlich im allgemeinen die Gefahr, daß bei der Kontaktierung der p-dotierten Schicht mit einem weniger gut geeigneten Material sich ein Schottky-Kontakt ausbildet, welcher einen hohen Übergangswiderstand aufweist.

[0020] Ein Material, das einen ohmschen Kontakt mit einer p-dotierten Halbleiterschicht auf der Basis von Galliumnitrid ausbildet, ist beispielsweise Platin oder Nickel. Dementsprechend ist es besonders vorteilhaft, wenn die Kontaktschicht Platin oder Nickel enthält oder sogar vollständig aus einem der beiden Metalle besteht.

[0021] Als Spiegelschicht sind Materialien geeignet, die die von dem Bauelement emittierte Strahlung reflektieren. Für den hier besonders in Auge gefaßten Wellenlängenbereich zwischen 380 und 550 nm kommen für die Spiegelschicht insbesondere die Materialien Aluminium oder Silber in Betracht.

[0022] Es ist darüber hinaus vorteilhaft, wenn die Kontaktschicht eine möglichst große Schichtdicke aufweist, da somit erreicht werden kann, daß ein möglichst hoher Teil der von dem Bauelement erzeugten Strahlung auch in der Kontaktschicht reflektiert wird, was die optischen Verluste des Bauelements in vorteilhafter Weise reduziert. Jedoch ist es aus Kostengründen, insbesondere bei der Verwendung von Platin als Material für die Kontaktschicht, nicht möglich, eine beliebig dicke Kontaktschicht auszubilden. Daher wird im Fall von Platin die Kontaktschicht auf eine Dicke von maximal 100 nm begrenzt. Vorzugsweise wird für die Kontaktschicht eine Schichtdicke zwischen 15 und 30 nm verwendet.

[0023] In einer Ausführungsform des Bauelements besteht die Kontaktschicht aus voneinander separierten Kontaktelementen. Die Kontaktelemente sind durch eine über der Kontaktschicht vorgesehenen Verbindungsschicht elektrisch leitend miteinander verbunden.

[0024] Diese Ausführungsform des Bauelements hat den Vorteil, daß von der Kontaktschicht nur derjenige Teil der Oberfläche des Halbleiterkörpers belegt wird, der unbedingt zur elektrischen Kontaktierung benötigt wird. Zwischen den voneinander separierten Kontaktelementen bleibt somit eine große Fläche für den Spiegel beziehungsweise die Spiegelschicht übrig, wodurch die optischen Eigenschaften des Bauelements optimiert werden können.

[0025] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Bauelements ist die Verbindungs-

schicht zur Kontaktierung der Kontaktelemente untereinander identisch mit der Spiegelschicht, die, wie bereits ausgeführt wurde, vorteilhafterweise aus Aluminium oder Silber bestehen kann.

[0026] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weisen die Kontaktelemente die Form von auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers stehenden Zylindern auf. Daraus ergibt sich eine kreisförmige Kontaktfläche zwischen dem Kontaktelement und der Oberfläche des Halbleiterkörpers. Diese hochsymmetrische Kontaktfläche hat den Vorteil, daß eine Reihe von Möglichkeiten zur weiteren Optimierung der Kontaktierung ergriffen werden können, da aufgrund der hohen Symmetrie die Kontaktierung der mathematischen Simulation beziehungsweise Modellierung besonders einfach zugänglich ist.

[0027] Darüber hinaus haben zylinderförmige Kontaktelemente noch den Vorteil, daß, falls die Zylinder alle die gleiche Höhe aufweisen, sie in besonders einfacher Art und Weise aus einer auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers aufgesputterten oder in einem ähnlichen geeigneten Verfahren aufgetragenen Metallschicht durch Strukturierung dieser Metallschicht in einen fotolithographischen Prozeß hergestellt werden können.

[0028] Die Kontaktelemente können in einer vorteilhaften Ausführungsform des Bauelements an den Knotenpunkten eines regelmäßigen Gitters angeordnet sein. In diesem Fall ergibt sich der Vorteil, daß durch die Formgebung und die Abmessungen des gewählten Gitters eine Optimierung der Position der Kontaktelemente einerseits hinsichtlich der elektrischen Kontaktierung, insbesondere eines niedrigen Kontaktwiderstands beziehungsweise einer optimalen Bestromung der aktiven Zone und andererseits hinsichtlich der optischen Eigenschaften optimiert werden kann. Optimale optische Eigenschaften erhält man, wenn die Lichtabsorption in der Kontaktschicht möglichst gering ist, was bedeutet, daß die Bedeckung der Oberfläche des Halbleiterkörpers mit der Kontaktschicht möglichst gering sein sollte.

[0029] Die Anordnung der Kontaktelemente an den Knotenpunkten eines regelmäßigen Gitters hat darüber hinaus den Vorteil, daß eine solche Anordnung der mathematischen Optimierung mittels Simulation beziehungsweise Modellierung zugänglich ist.

[0030] In einer Ausführungsform des Bauelements sind die Kontaktelemente an den Knotenpunkten eines quadratischen Gitters angeordnet. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Abstände der Kontaktelemente unter Berücksichtigung der Querleitfähigkeit der p-dotierten Schicht gewählt werden. Die Querleitfähigkeit führt zu einer Aufweitung des Strompfads, der an der Kontaktstelle zwischen Kontaktelement und p-dotierter Schicht noch auf den Durchmesser des Kontaktelements begrenzt ist, in Richtung auf die aktive Zone.

[0031] Eine optimale Wahl des Abstands der Kontaktelemente voneinander besteht nun darin, wenn

die aus der Aufweitung entstehenden Stromkegel der einzelnen Kontaktelemente auf der Oberfläche der aktiven Zone einander berühren, so daß gewährleistet ist, daß die gesamte Oberfläche der aktiven Zone bestromt ist. Für den Fall, daß sich die von den einzelnen Kontaktelementen ausgehenden Stromkegel nicht berühren, folgt, daß die aktive Zone nicht ganzflächig bestromt ist. Für den umgekehrten Fall, daß sich die Stromkegel benachbarter Kontaktelemente überlappen, folgt, daß eine zu hohe Bedeckung der Oberfläche des Halbleiterkörpers mit Kontaktelementen vorliegt, da die Bereiche der überlappenden Stromkegel nicht zu einer verbesserten Bestromung der aktiven Zone führen, jedoch mit abnehmendem Abstand zwischen den Kontaktelementen die Bedeckung des Halbleiterkörpers mit Kontaktelementen zunimmt, womit sich die optischen Eigenschaften in nachteiliger Art und Weise verschlechtern.

[0032] Die Abstände der Knotenpunkte in dem quadratischen Gitter können so gewählt werden, daß die Stromkegel benachbarter Kontaktelemente sich auf der Oberfläche der aktiven Zone berühren oder überlappen, so daß letztlich nur sehr wenig oder keine Fläche der aktiven Zone unbestromt bleibt.

[0033] Die Anordnung der Kontaktelemente an den Knotenpunkten eines quadratischen Gitters kann auch noch hinsichtlich bei der Bedeckung optimiert werden. Für den Fall, daß man eine ganzflächige Bestromung der aktiven Zone fordert, müssen die Knotenpunkte des quadratischen Gitters einen relativ geringen Abstand voneinander aufweisen, um nämlich zu gewährleisten, daß der Bereich in der Mitte eines jeden Quadrats zuverlässig bestromt werden kann. Dies führt jedoch zu einem relativ starken Überlapp der Stromkegel zwischen zwei direkt benachbarten Kontaktelementen. Insofern ist es vorteilhaft, wenn die Kontaktelemente an den Knotenpunkten eines andersgearteten regelmäßigen Gitters angeordnet sind. Beispielsweise kommt es in Betracht, die Kontaktelemente an den Knotenpunkten eines hexagonalen Gitters anzuordnen. Zusätzlich zu den Knotenpunkten des hexagonalen Gitters wird noch ein weiteres Kontaktelement in der Mitte eines jeden Hexagons angeordnet. In diesem Fall kann bei Einhaltung der Forderung nach einer ganzflächigen Bestromung der aktiven Zone die Dichte der Kontaktelemente auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers reduziert werden, da durch die zusätzliche mittige Anordnung weiterer Kontaktelemente sowie durch die Wahl eines hexagonalen Gitters die geometrischen Verhältnisse begünstigt sind.

[0034] Die Anordnung von Kontaktelementen an den Knotenpunkten eines regelmäßigen hexagonalen Gitters, wobei im Zentrum eines jeden Hexagons ein zusätzliches Kontaktelement angeordnet ist, ist Gegenstand einer weiteren unabhängigen Erfindung, die zwar in Verbindung mit dem weiter oben beschriebenen Bauelement besonders vorteilhaft zum Einsatz gelangt, die jedoch auch bei einer Vielzahl weiterer elektrischer Kontaktierungen vorteilhaft zum

Einsatz gelangt. Gemäß dieser unabhängigen Erfindung ist es vorgesehen, die Oberfläche eines Körpers zu kontaktieren durch Kontaktelemente, die voneinander isoliert an den Knotenpunkten eines regelmäßigen hexagonalen Gitters angeordnet sind. Zusätzlich sind Kontaktelemente im Zentrum eines jeden Hexagons angeordnet.

[0035] Die Anordnung der Kontaktelemente kann auch erhalten werden, indem Kugeln in einer Ebene zweidimensional in der dichtesten Packung angeordnet werden. Dies bedeutet, daß eine erste Kugel in der Ebene angeordnet wird. Sechs weitere Kugeln werden um die erste Kugel herumgelegt. In die Zwischenräume der sechs weiteren Kugeln werden sechs weitere Kugeln um die zentrale, erste Kugel herum angelegt und so weiter und so fort. Die Projektion der Kugelmittelpunkte auf die Ebene ergibt diejenigen Punkte, an denen die Kontaktelemente bei der hier genannten hexagonalen Anordnung angeordnet werden müssen.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform des Bauelementes sind Zwischenräume mit einem Füllstoff gefüllt, um die Oberfläche der strukturierten Kontaktschicht wenigstens teilweise zu planarisieren. Dies ist insbesondere in dem Fall möglich, wo die Kontaktschicht eine Schicht mit homogener Schichtdicke ist. Als Füllstoff kommen beispielsweise elektrisch leitende Materialien in Betracht. Indem die Zwischenräume der strukturierten Kontaktschicht mit einem elektrisch leitenden Material gefüllt werden, kann die elektrische Kontaktierung des Halbleiterkörpers verbessert werden. Allerdings erhält man dadurch den Nachteil, daß die mitunter mit sehr schlechten optischen Eigenschaften ausgestatteten, als Füllmaterial in Betracht kommenden Materialien, beispielsweise Zinkoxid oder Indium-Zinn-Oxid zu einer verstärkten Absorption des in der aktiven Zone des Halbleiterkörpers erzeugten Lichtes führen.

[0037] In einer anderen Ausführungsform des Bauelementes kommt es in Betracht, transparente und elektrisch isolierende Materialien als Füllstoff für die Zwischenräume zu verwenden. In diesem Fall ergibt sich der Vorteil, daß durch die Transparenz der verwendeten Materialien eine Absorption des in der aktiven Schicht erzeugten Lichtes nur in sehr geringem Umfang stattfindet. Andererseits haben die transparenten und elektrisch isolierenden Materialien den Nachteil, daß sie die elektrische Kontaktierung des Halbleiterkörpers nicht wesentlich verbessern können.

[0038] Als transparente und elektrisch isolierende Materialien kommen beispielsweise Siliziumoxid, Verbindungen von Silizium und Stickstoff sowie Titandioxid oder auch Kunststoffe wie Polyimid in Betracht.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform des Bauelementes können die Füllstoffe Bragg-Reflektoren bilden. In diesem Fall ist in jedem Zwischenraum der Kontaktschicht ein Bragg-Reflektor angeordnet. Solche Bragg-Reflektoren haben den Vorteil, daß sie zu

einer zusätzlichen Reflexion des in dem Halbleiterkörper erzeugten Lichtes führen und somit die optischen Eigenschaften des Bauelementes verbessern helfen. Bragg-Reflektoren haben desweiteren den Vorteil, daß sie an eine ganz bestimmte Wellenlänge angepaßt werden können, womit die Selektivität der Reflexion verbessert werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn aus einem relativ breiten von dem Halbleiterkörper abgestrahlten optischen Spektrum ein schmaler Spektralbereich herausgefiltert werden soll.

[0040] Die Bragg-Reflektoren können dabei durch unterschiedliche Vorgehensweisen aufgebracht werden.

[0041] Beispielsweise ist es möglich, die Bragg-Reflektoren noch vor dem Aufbringen der Kontaktschicht auf den Halbleiterkörper aufzubringen. In diesem Fall kommt es in Betracht, durch ein Fortsetzen des epitaktischen Wachstums, welches sich beispielsweise direkt an das Wachstum der p-dotierten Schicht anschließen kann, Bragg-Reflektoren herzustellen, die epitaktisch aufgewachsen sind und die vorteilhafterweise aus undotiertem Halbleitermaterial, vorzugsweise auf der Basis von Nitrid-Verbindungshalbleitern, hergestellt werden können. Anschließend wird der flächig aufgebrachte Bragg-Reflektor strukturiert, um anschließend das Aufbringen der strukturierten Kontaktschicht an den von Bragg-Reflektor freien Flächen des Halbleiterkörpers zu ermöglichen.

[0042] Gemäß einer anderen Vorgehensweise ist es vorgesehen, nach Aufbringen der strukturierten Kontaktschicht den Bragg-Reflektor durch ein Schichtabscheideverfahren, beispielsweise chemische Gasphasendeposition oder auch Sputtern aus Dielektrika abzuscheiden. Nach dem Abscheiden des Bragg-Reflektors kann es gegebenenfalls notwendig sein, die die Kontaktschicht überwachsenden Teile des Bragg-Reflektors anschließend wieder zu entfernen, um auf der Oberseite der Kontaktschicht eine Spiegelschicht oder eine Verbindungsschicht aufzubringen.

[0043] Das Planarisieren der elektrischen Kontaktschicht hat den Vorteil, daß anschließende Verfahrensschritte zur Herstellung des Bauelementes, wie beispielsweise das rückseitige Gegenbilden eines Trägerwafers, der beispielsweise aus Germanium oder auch aus Galliumarsenid bestehen kann, erleichtert wird. Durch die planare Oberfläche wird nämlich gewährleistet, daß keine Hohlräume beim Gegenbilden entstehen und somit die thermomechanischen Spannungen des Bauelementes in vorteilhafter Weise reduziert werden können.

[0044] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Bauelementes können die in den Zwischenräumen angeordneten Bragg-Reflektoren den Freiflächen bedeckenden Spiegel bilden. In diesem Fall kann auf eine zusätzliche Spiegelschicht über der Kontaktschicht verzichtet werden. Andererseits ist es dann gegebenenfalls erforderlich, die Kontaktschicht mit

einer Verbindungsschicht zu bedecken, die dazu dient, die möglicherweise elektrisch voneinander isolierten Kontaktelemente zu kontaktieren. Für den Fall, daß die elektrische Kontaktschicht eine netzartige Struktur aufweist, kann bei der Bildung des Spiegels durch die Bragg-Reflektoren sowohl auf eine Spiegelschicht als auch auf eine Verbindungsschicht verzichtet werden. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn man ein zu den in einem hexagonalen Gittern angeordneten Kontaktelementen invertierte Struktur für die elektrische Kontaktschicht vorsieht. In diesem Fall wären dann die Zwischenräume an den Knotenpunkten des regelmäßigen hexagonalen Gitters angeordnet und die Fläche außen herum wäre dann von der elektrischen Kontaktschicht bedeckt.

[0045] Bragg-Reflektoren bestehen üblicherweise aus übereinander gestapelten Schichtpaaren, wobei die erste Schicht eines Schichtpaares einen hohen Brechungsindex und wobei die zweite Schicht eines Schichtpaares einen niedrigen Brechungsindex aufweist. Für den Fall, daß es die Schichtdicke der elektrischen Kontaktschicht erlaubt, können 5 bis 10 Schichtpaare zur Bildung des Bragg-Reflektors übereinander gestapelt werden. In diesem Fall hat der Bragg-Reflektor eine Reflektivität, die im Bereich von 99 % oder besser liegt und die eine weitere Spiegelschicht oder einen zusätzlichen Spiegel verzichtbar macht.

[0046] Falls es die Dicke der strukturierten Kontaktschicht nicht zuläßt, kann trotz allem zusätzlich zu den Bragg-Reflektoren noch eine Spiegelschicht auf der Oberseite der elektrischen Kontaktschicht aufgebracht werden.

[0047] Da die Dicke eines Schichtpaares in einem Bragg-Reflektor typischerweise 100 nm beträgt, wäre es zur Bildung eines ausreichend guten Bragg-Reflektors notwendig, die Kontaktschicht und die Bragg-Reflektoren mit einer Dicke von zirka 1 µm auszubilden. Um eine Anzahl von 5 oder mehr Schichtpaaren herzustellen, wäre es notwendig, eine Schichtdicke von zirka 500 nm vorzusehen. In diesem Fall erhält man eine Reflektivität des Bragg-Reflektors von zirka 90 %, was bereits in vielen Fällen das Vorsehen einer zusätzlichen Spiegelschicht verzichtbar macht.

[0048] Indem durch eine geeignete Anzahl von Schichtpaaren auf eine Spiegelschicht auf der Oberseite der elektrischen Kontaktschicht verzichtet werden kann, kann die gegebenenfalls zur Kontaktierung notwendige Verbindungsschicht auf der Oberseite der Kontaktschicht dünner ausgeführt werden, als eine entsprechende Spiegelschicht. Eine Spiegelschicht auf der Oberseite der Kontaktschicht hätte typischerweise eine Dicke von 100 nm. Demgegenüber wäre für eine Verbindungsschicht eine Schichtdicke zwischen 50 und 100 nm ausreichend.

[0049] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

[0050] Fig. 1 zeigt beispielhaft ein Bauelement in ei-

nem schematischen Querschnitt.

[0051] Fig. 2 zeigt beispielhaft ein weiteres Bauelement in einem schematischen Querschnitt.

[0052] Fig. 3 zeigt beispielhaft ein weiteres Bauelement in einem schematischen Querschnitt.

[0053] Fig. 4 zeigt ein Bauelement in einem schematischen Querschnitt, wobei insbesondere die Stromaufweitung erläutert wird.

[0054] Fig. 5A zeigt die Anordnung von Kontaktelementen an den Knotenpunkten eines quadratischen Gitters.

[0055] Fig. 5B zeigt die Anordnung von Kontaktelementen an den Knotenpunkten eines hexagonalen Gitters.

[0056] Fig. 1 zeigt ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement, welches beispielsweise eine Lumineszenzdiode sein kann. Zur Herstellung einer solchen Lumineszenzdiode wird auf einem Wachstumssubstrat zunächst eine n-leitende, dotierte Galliumnitrid oder Aluminiumgalliumnitrid-Epitaxieschicht aufgewachsen. Auf dieser n-leitenden dotierten Schicht wird danach eine aktive Zone 2 abgeschieden, welche eine oder mehrere undotierte Schichten enthält und welche beispielsweise eine Multi-Quantumwell (MQW)-Struktur bildet. Auf die aktive Zone 2 wird eine p-dotierte Schicht 8 zur Kontaktierung des Bauelements abgeschieden. Die p-dotierte Schicht 8 kann beispielsweise Galliumnitrid oder auch Aluminiumgalliumnitrid in Form einer Epitaxieschicht enthalten. Der Halbleiterkörper 1 umfaßt die aktive Zone 2 sowie die p-dotierte Schicht 8. Das Abscheidesubstrat und die n-dotierte Schicht sind in Fig. 1 nicht dargestellt. Auf der p-dotierten Schicht 8 ist eine strukturierte Kontaktschicht 3 abgeschieden. Die Kontaktschicht 3 besteht dabei aus einzelnen Kontaktelementen 9, die die Form von Zylindern aufweisen und dementsprechend im Querschnitt als Rechteck erscheinen. Die Kontaktelemente 9 sind elektrisch voneinander isoliert. Die Kontaktelemente 9 sind voneinander separiert. Die Kontaktelemente 9 sind voneinander beabstandet, so daß sich zwischen den Kontaktelementen 9 Zwischenräume 4 ergeben. In einem nachfolgenden Herstellungsschritt wird eine Spiegelschicht 7 auf dem Halbleiterkörper 1 beziehungsweise auf den Kontaktelementen 9 abgeschieden. Die Spiegelschicht 7 überdeckt dabei den Halbleiterkörper 1, insbesondere die von den Zwischenräumen 4 gebildeten Freiflächen 5, welche sogar unmittelbar bedeckt werden, sowie die Kontaktelemente 9. Die Zwischenräume 4 bilden Freiflächen 5 auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers 1, die von der Kontaktschicht 3 unbedeckt bleiben. In Fig. 1 ist noch die Grenzfläche 11 zwischen der p-dotierten Schicht 8 und der aktiven Zone 2 des Bauelementes dargestellt.

[0057] Aus dem direkten Abscheiden der Spiegelschicht 7 über der strukturierten Kontaktschicht 3 resultiert eine Spiegelschicht 7 mit einer nicht glatten Oberfläche. Vielmehr sind an den Stellen der Spiegelschicht 7, die über Kontaktelemente 9 liegen, Vor-

sprünge angeordnet. Die Spiegelschicht 7 bildet insbesondere an den Freiflächen 5 einen Spiegel, der zur Reflexion der in dem Halbleiterkörper 1 erzeugten Strahlung dient.

[0058] Fig. 2 zeigt eine andere Ausführungsform des Bauelementes, wobei vor dem Auftragen der Spiegelschicht 7 die elektrische Kontaktschicht 3 planarisiert wurde. Dies geschieht durch Anbringen eines Füllstoffs 12 in den Zwischenräumen 4 zwischen den Kontaktelementen 9. So ein Füllstoff kann beispielsweise nach dem Aufbringen der Kontaktschicht 3 nachträglich auf dem Halbleiterkörper 1 abgeschieden werden. Gegebenenfalls muß danach der Teil des Füllstoffs 12, der die Kontaktelemente 9 überwachsen hat, noch entfernt werden. Sobald die Kontaktelemente 9 nach oben hin wieder freiliegen, kann die Spiegelschicht 7 aufgebracht werden. Die Spiegelschicht 7 hat dabei nicht nur die Funktion, die im Halbleiterkörper 1 erzeugte Strahlung zu reflektieren, sondern sie hat auch noch eine andere Aufgabe, nämlich die elektrische Kontaktierung der Kontaktelemente 9 untereinander zu gewährleisten.

[0059] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Bauelementes, wobei der in den Zwischenräumen 4 eingebrachte Füllstoff Bragg-Reflektoren 13 bildet. Jeder Bragg-Reflektor 13 besteht aus übereinandergestapelten Schichtpaaren 14. Jedes Schichtpaar 14 weist eine erste Einzelschicht 141 mit einem hohen Brechungsindex auf. Jedes Schichtpaar 14 weist eine zweite Einzelschicht 142 mit einem niedrigen Brechungsindex auf. In dem Beispiel nach Fig. 3 sind 7 Schichtpaare 14 in jedem Bragg-Reflektor 13 übereinandergestapelt. Durch die Vielzahl von 7 Schichtpaaren 14 haben die Bragg-Reflektoren eine sehr gute Reflektivität, die zwischen 90 und 99 % liegt. Vorzugsweise bilden die Bragg-Reflektoren 13 einen Spiegel 6, welcher die Freiflächen 5 der Oberfläche des Halbleiterkörpers 1 bedeckt. Dies gelingt, indem die Dicke d der Kontaktschicht 3 so groß gewählt wird, daß eine hinreichende Anzahl von Schichtpaaren 14 auf jeder Freifläche 5 Platz findet. In diesem Fall beträgt die Dicke der Kontaktschicht zirka 700 nm. Da jedes Schichtpaar 14 eine Dicke von zirka 100 nm aufweist, finden 7 Schichtpaare 14 übereinandergestapelt Platz. Durch eine zunehmende Zahl von Schichtpaaren 14 kann die Reflektivität der Bragg-Reflektoren 13 weiter verbessert werden, was die Selektivität sowie die Reflektivität des Bauelementes weiter verbessert. Ab einer Anzahl von zirka 5 bis 6 übereinanderliegenden Schichtpaaren 14 wird die Reflektivität der Bragg-Reflektoren 13 so gut, daß auf eine zusätzliche Spiegelschicht 7 verzichtet werden kann. Es genügt daher, wenn auf der Oberseite der Kontaktelemente 9 eine Verbindungsschicht 10 aufgebracht ist, die aber jetzt nur noch allein der elektrischen Kontaktierung der Kontaktelemente dient.

[0060] Für das Material der Verbindungsschicht 10 kommen dieselben Materialien wie für die Spiegelschicht 7 in Betracht. Es können beispielsweise Silber oder Aluminium verwendet werden. Es kommen

aber für die Verbindungsschicht 10 auch alle anderen geeigneten Materialien in Betracht, die zu einer Kontaktierung der Kontaktelemente 9 untereinander führt.

[0061] Fig. 4 zeigt die Ausbildung von Stromkegeln in der p-dotierten Schicht 8. Hierbei wird ausgegangen von auf der Oberfläche der p-dotierten Schicht 8 angeordneten Kontaktelementen 9. Die Kontaktelemente 9 haben die Form eines Zylinders, wobei die Grundfläche des Zylinders einen Durchmesser DK von 6 μm aufweist. Der an jedem Kontaktelement 9 eingespeiste Strom bleibt nicht in einem Kanal konzentriert, der in Fig. 4 durch die beiden gestrichelten Linien begrenzt ist und der die senkrechte Projektion des Kontaktelements 9 auf die Grenzfläche 11 zwischen der p-dotierten Schicht 8 und der aktiven Zone 2 zeigt. Vielmehr wird durch die Querleitfähigkeit der p-dotierten Schicht 8 der Stromkanal aufgeweitet. Im Fall einer isotropen lateralen Leitfähigkeit, von der hier zur Vereinfachung ausgegangen werden soll, ergibt sich eine kegelförmige Aufweitung des bestromten Bereichs der p-dotierten Schicht 8. Die Aufweitung A beträgt dabei bei dem hier betrachteten Beispiel, wo die Dicke Dp der p-dotierten Schicht 300 nm beträgt, zirka 1 bis 1,5 μm . Der Schnitt des sich so bildenden Stromkegels mit der Grenzfläche 11 ergibt dann den, die durch das Kontaktelement 9 bestromten Abschnitt der Oberfläche der aktiven Zone 2. Idealerweise sind die Kontaktelemente 9 so voneinander beabstandet, daß sich die einzelnen Stromkegel auf der Grenzfläche 11 berühren. Dies ist in eindimensionaler Darstellung gemäß Fig. 4 auch prinzipiell möglich.

[0062] Beim Übergang zu einer realistischen, zweidimensionalen Darstellung, die den tatsächlichen Verhältnissen in den hier betrachteten Halbleiterbauelementen gerecht wird, ergibt sich ein etwas anderes Bild. Hier ist es grundsätzlich entweder möglich, daß sich die Stromkegel entlang einer einzigen Geraden berühren, dann ist aber nicht die ganze Grenzfläche bestromt (vergleiche hierzu auch die Fig. 5A und 5B). Andererseits kann die gesamte Grenzfläche 11 bestromt werden, dann muß jedoch ein Überlapp zwischen den Stromkegeln auf der Grenzfläche 11 vorgesehen sein, der zu einer dichteren Bedeckung der Oberfläche der p-dotierten Schicht 8 mit Kontaktelementen 9 führt und der mithin schlechtere optische Eigenschaften des Bauelementes zur Folge hat.

[0063] Generell ergibt sich die Größe beziehungsweise die Durchmesser der Kontaktelemente aus den Möglichkeiten der Fotolithographie. Theoretisch wäre es am günstigsten, wenn man möglichst kleine Kontaktelemente 9 hätte, die untereinander einen möglichst kleinen Abstand aufweisen. Daraus würde eine optimale homogene Bestromung mit einer maximalen Lichterzeugung über die reflektierenden Flächen resultieren. Bei den für die Kontaktelemente 9 geeigneten Materialien zeigt allerdings die Fototechnik Grenzen auf, die dahingehend resultieren, daß Strukturen $< 3 \mu m$ nur mit sehr großem Aufwand rea-

lisierbar sind. Diese Grenze gibt nun die minimale Größe der Kontaktelemente vor.

[0064] Die Aufweitung A des Stromkegels liegt zwischen 1 und 1,5 μm bei der in Fig. 4 betrachteten p-dotierten Galliumnitrid-Schicht. Allerdings ist die Aufweitung A abhängig von der Dotierung und der Kristallqualität, weswegen hier nur die Grenzen eines Intervalls für die Aufweitung A angegeben werden können.

[0065] Darüber hinaus spricht noch ein anderer Grund für die Kontaktelemente 9, die eine gewisse Mindestgröße aufweisen. Bei zu kleinen Kontaktelementen sinkt nämlich die Kontaktfläche zwischen dem Kontaktelement 9 und der p-dotierten Schicht 8 so stark ab, daß relativ hohe Kontaktwiderstände auftreten, was die Effizienz des Bauelementes reduzieren würde.

[0066] Fig. 5A zeigt nun die Anordnung von Kontaktelementen 9 an den Knotenpunkten eines quadratischen Gitters in einer Ebene. Die Abstände zwischen den Kontaktelementen 9 entsprechen dem Rastermaß D1, das die Abmessung des quadratischen Gitters definiert. Das Rastermaß D1 ist so eingestellt, daß es der Summe aus dem Durchmesser DK des Kontaktelements 9 zusammen mit der Aufweitung A eines Stromkegels entspricht. Dementsprechend liegen gemäß Fig. 5A die Stromkegel, deren Schnitt mit der Grenzfläche 11 durch gepunktete Kreise angedeutet ist, so nebeneinander, daß sie sich entlang einer Geraden jeweils gerade berühren. Diese Anordnung der Kontaktelemente 9 führt jedoch dazu, daß in der Mitte eines jeden Quadrates eine relativ große unbestromte Teilfläche der Grenzfläche 11 resultiert. Daher ist die Anordnung der Kontaktelemente 9 gemäß Fig. 5A zwar eine mögliche Ausführungsform für das Halbleiterbauelement, es ist jedoch noch nicht die optimale Anordnung der Kontaktelemente 9.

[0067] Die nicht bestromte Teilfläche der Grenzfläche 11 ist beispielhaft durch Schraffur gekennzeichnet.

[0068] Fig. 5B zeigt eine verbesserte Anordnung der Kontaktelemente 9. Gemäß Fig. 5B liegen Kontaktelemente 9 an den Knotenpunkten eines regelmäßigen hexagonalen Gitters. Ein solches Gitter wird gebildet durch regelmäßige Sechsecke, wobei jedes regelmäßige Sechseck von sechs weiteren regelmäßigen Sechsecken umgeben ist und wobei das in der Mitte liegende regelmäßige Sechseck mit jedem der umliegenden regelmäßigen Sechsecke eine gemeinsame Seitenkante aufweist. Zusätzlich liegt in der Mitte eines jeden regelmäßigen Sechsecks ein Kontaktelement 9.

[0069] In Fig. 5A beträgt der Durchmesser der Kontaktelemente 8 μm . Zusammen mit einer Aufweitung A von 1,5 μm ergibt sich ein Rastermaß D2 von 11 μm .

[0070] In Fig. 5B ist eine Anordnung von Kontaktelementen 9 gezeigt, bei denen der Durchmesser DK der Kontaktelemente 9 6 μm beträgt. Entsprechend wie in Fig. 5A sind auch in Fig. 5B die Abstände der

an Knotenpunkten des hexagonalen Gitters liegenden Kontaktelementen 9 so gewählt, daß entlang einer Geraden die Schnittflächen der Stromkegel auf der Grenzfläche 11 einander gerade berühren. Daraus ergibt sich mit einem Kontaktelementdurchmesser DK von 6 μm und einer Stromaufweitung von 1,5 μm ein Rastermaß D2, welches 9 μm beträgt.

[0071] Obwohl die Anordnung der Kontaktelemente 9 gemäß den Fig. 5A und 5B denselben Bedeckungsgrad von 40 % erreichen, ist aus Fig. 5B ersichtlich, daß der nicht bestromte Anteil der Grenzfläche 11 wesentlich kleiner ist. Teile des nicht bestromten Anteils der Grenzfläche 11 sind wieder durch die schraffierten Flächen gekennzeichnet.

[0072] Eine mathematische Analyse der hier nur grob schematisch skizzierten Anordnungen von Kontaktelementen 9 kommt zu dem Ergebnis, daß im Vergleich zu dem Beispiel gemäß Fig. 5A der nicht bestromte Anteil der Grenzfläche 11 bei einer Anordnung gemäß Fig. 5B ungefähr um den Faktor 5 verringert ist.

[0073] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die hier genannten Ausführungsbeispiele und ist auch nicht als Einschränkung auf diese zu verstehen. Vielmehr ist die angegebene Erfindung für alle strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente vorteilhaft anwendbar, bei denen die von einem Aufwachssubstrat entfernt liegende Epitaxieschicht eine unzureichende elektrische Leitfähigkeit aufweist.

Patentansprüche

1. Strahlungsemitterndes Halbleiterbauelement – mit einem Halbleiterkörper (1), der eine aktive Zone (2) aufweist,
 - bei dem zur elektrischen Kontaktierung eine strukturierte Kontaktschicht (3) auf einer Oberfläche des Halbleiterkörpers aufgebracht ist,
 - wobei über die Kontaktschicht (3) verteilte Zwischenräume (4) vorgesehen sind zur Bildung von Freiflächen (5) auf der Oberfläche, die von der Kontaktschicht (3) unbedeckt sind, wobei die Freiflächen (5) mit einem Spiegel (6) überdeckt sind.

2. Bauelement nach Anspruch 1, bei dem der Spiegel (6) als geschlossene Spiegelschicht (7) ausgeführt ist, die die Freiflächen (5) und die Kontaktschicht (3) überdeckt.

3. Bauelement nach Anspruch 2, bei dem das Material der Kontaktschicht (3) elektrisch besser an den Halbleiterkörper (1) anbindet als das Material der Spiegelschicht (7).

4. Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 3, bei dem das Material der Spiegelschicht (7) die in der aktiven Zone (2) erzeugte Strahlung besser reflektiert als das Material der Kontaktschicht (3).

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis

4,

- bei dem die Oberfläche des Halbleiterkörpers (1) durch eine p-dotierte Schicht (8) aus einem Nitrid-Verbindungshalbleiter gebildet wird,
- und bei dem das Material der Kontaktschicht (3) einen ohmschen Kontakt zur Oberfläche ausbildet.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Kontaktschicht (3) Platin oder Nickel enthält.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei dem die Spiegelschicht (7) Silber oder Aluminium enthält.

8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Kontaktschicht (3) eine Dicke (d) aufweist, die kleiner als 100 nm ist.

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
- bei dem die Kontaktschicht (3) aus voneinander separierten Kontaktelementen (9) besteht,
- und bei dem auf der Kontaktschicht (3) eine Verbindungsschicht (10) zur Kontaktierung der Kontaktelemente (9) untereinander vorgesehen ist.

10. Bauelement nach Anspruch 9, bei dem die Kontaktelemente (9) die Form von Zylindern aufweisen.

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 9 bis 10, bei dem die Kontaktelemente (9) an den Knotenpunkten eines regelmäßigen Gitters angeordnet sind.

12. Bauelement nach Anspruch 11, bei dem das regelmäßige Gitter ein quadratisches Gitter ist.

13. Bauelement nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die Abstände (D1, D2) der Kontaktelemente (9) unter Berücksichtigung der Querleitfähigkeit der p-dotierten Schicht (8) so gewählt sind, daß die halbleiterkörperseitige Grenzfläche (11) der p-dotierten Schicht (8) ganzflächig bestromt werden kann.

14. Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem die Form des regelmäßigen Gitters so gewählt wird, daß sich bei ganzflächiger Bestromung der Grenzfläche (11) eine Bedeckung der Oberfläche des Halbleiterkörpers (1) mit der Kontaktschicht (3) ergibt, die kleiner ist als die Bedeckung bei Verwendung eines quadratischen Gitters.

15. Bauelement nach Anspruch 14, bei dem das regelmäßige Gitter ein hexagonales Gitter ist.

16. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem die Zwischenräume (4) mit einem Füllstoff (12) gefüllt sind, um die Oberfläche der strukturierten Kontaktschicht (3) wenigstens teilweise zu planarisieren.

17. Bauelement nach Anspruch 16, bei dem der Füllstoff (12) ein elektrisch leitendes Material enthält.

18. Bauelement nach Anspruch 16, bei dem der Füllstoff (12) ein transparentes und elektrisch isolierendes Material enthält.

19. Bauelement nach Anspruch 17, bei dem der Füllstoff (12) Zinkoxid oder Indium-Zinn-Oxid enthält.

20. Bauelement nach Anspruch 18, bei dem der Füllstoff (12) SiO_2 , eine Verbindung aus Silizium und Stickstoff oder Titanoxid oder Kunststoff enthält.

21. Bauelement nach Anspruch 16, bei dem der Füllstoff (12) Bragg-Reflektoren (13) bildet.

22. Bauelement nach Anspruch 21, bei dem die Bragg-Reflektoren (13) aus Dielektrika hergestellt sind.

23. Bauelement nach Anspruch 21, bei dem die Bragg-Reflektoren (13) epitaktisch hergestellt sind.

24. Bauelement nach Anspruch 1, bei dem der Spiegel (6) von in den Zwischenräumen (4) der Kontaktschicht (3) angeordneten Bragg-Reflektoren (13) gebildet wird.

25. Bauelement nach Anspruch 24, bei dem die Bragg-Reflektoren (13) aufeinanderliegende Schichtpaare (14) enthalten, von denen jeweils eine einen hohen und eine einen niedrigen Brechungsindex aufweist, und bei dem eine Anzahl größer 5 von Schichtpaaren (14) in jedem Bragg-Reflektor (13) vorgesehen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

DE 102 44 986 A1 2004.04.08

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

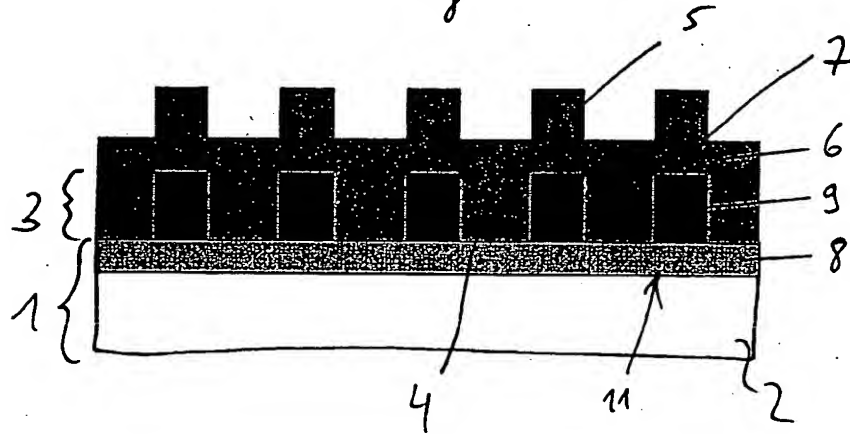


Fig. 2

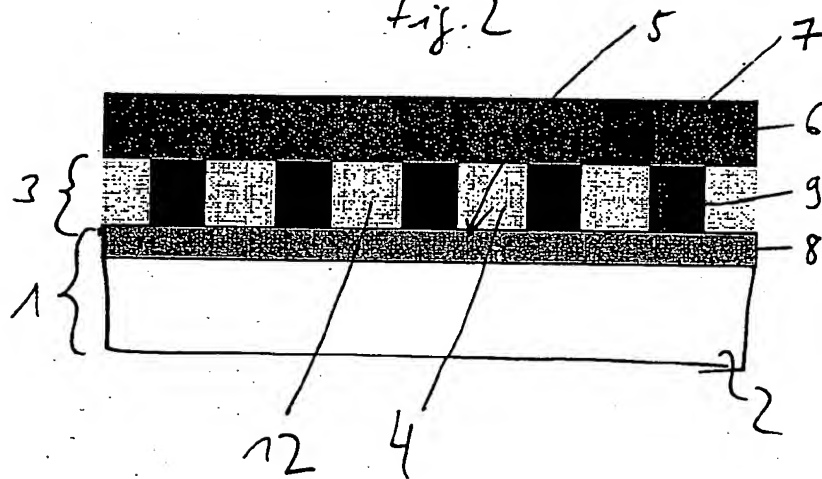


Fig. 3

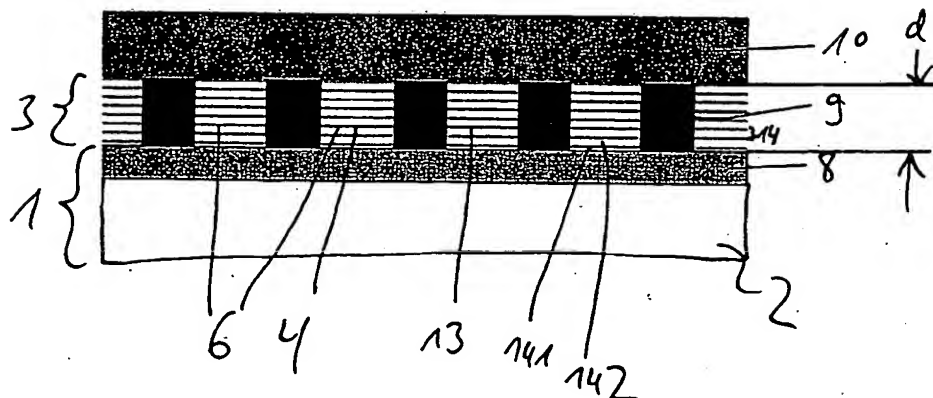


Fig. 4

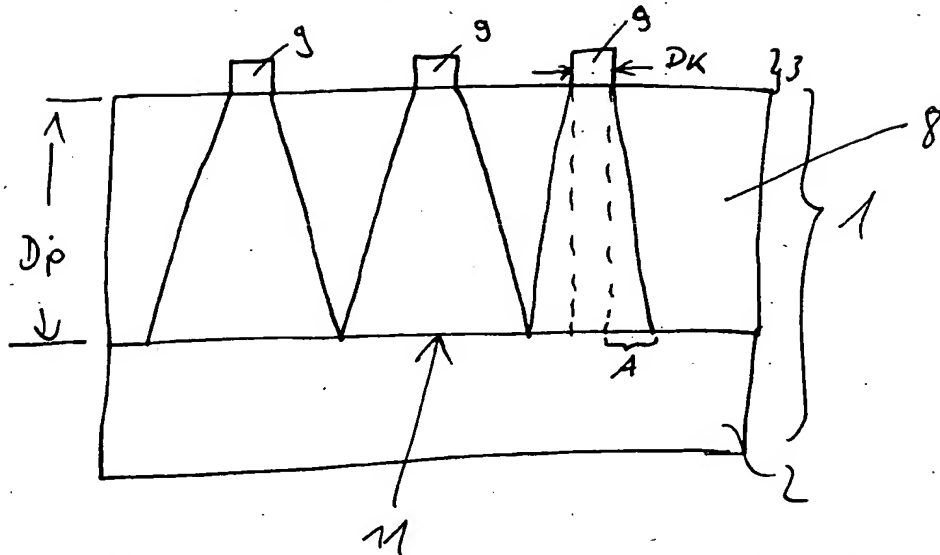


Fig. 5A

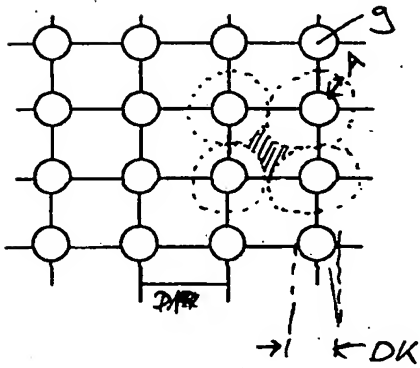


Fig. 5B

